

子どもの思考過程をさぐる試み —— 5年「もののあたたまり方」の事例 ——

村上市立門前谷小学校教諭 滝 波 忠 吉

I 主題について

私のこれまでの授業を反省すると、一部の優秀児や活発に発言する子どもとの問答によって授業を進めていたきらいがある。このような学習指導から脱却して、もっと子どもひとりひとりの思考のはねかえり、つまずきをとらえた生き生きした授業ができるために、子どもの認識の様相をはあくする必要があると考えた。

理科の学習指導では、子どもたちが疑問をもち、問題を意識しなければならない。子どもたちに課題意識があり、教師にその解決の見通し(順序)を指導する力がなければ科学的見方や考え方は育たないと思う。この問題のもたせ方、課題意識の育て方をどうするか。そして、必要感のある、換言すればねらいのはっきりした実験観察をさせるにはどうしたらよいかを研究の課題とした。

子どもひとりひとりの思考の開きや子どもたちのつまずきは、全体的・一般的なつかみ方では深くさぐることができない。子どもたちひとりひとりの思考の流れや変わり方はどうなっていくか、研究の中心を子どもの思考にすえ、授業の中にくいこんで、彼等の考え方を究明しようと考えた。

II 研究の方法

指導の単元は「もののあたたまり方」で、授業を行なう第5学年の学級の児童数は21人である。全部の児童について思考の流れを記録することはできないので、5名の児童を抽出し調査を実施する。授業形態はグループ学習で、各グループから1名の児童を抽出し、記録者(本校職員)をおく。

授業は私が実施する。調査は、あらかじめ問題を作っておき授業をしながらその節々で本校職員が面接法により実施し記録する。授業の直前・中間・直後の3つが大きな調査場面で、この調査時間中は授業を中断し、抽出児以外は授業者とともに調査の終わるのを待つ。調査問題は、課題意識・ねらいに対する認知の度合・学習直後の理解程度の3つの観点から作成する。

本文中における①～⑥までの問題は、記録者が抽出児に質問し、その応答を記録したものである。

III 研究内容と考察(事例 — もののあたたまり方)

1. 子どもの実態をみるために次のような選択肢による調査をした。末尾の

％は応答を示す

(1) 暖かいスイカを井戸水につけると冷たくなりますが、なぜつめたくなるのでしょうか。

() ①スイカの暖かさが氷の冷たさに負けるからです。

57%

() ②スイカの小さいあなから冷たい水がはいるからです。 0%

() ③水の冷たい所がスイカに移るからです。 19%

() ④スイカの暖かい所が水に移るからです。 24%

(2) 井戸水にできるだけ長くつけたら暖かいスイカはどうなると思いますか。

() ①どんどん冷たくなってしまいにはつけた井戸水より冷たくなります。 10%

() ②つけた井戸水より少し暖かいぐらい冷えます。 33%

() ③つけた井戸水と同じ冷たさになります。 57%

() ④あまり長くつけると水になってしまいます。 0%

子どもたちは、スイカの冷えるわけを水の冷たさが勝つから冷えると考えている。熱を移るものとはみないで、勝ち負けという関係でとらえている者が多い。

感覚を通して「日なたと日かげ」を学習し、あぶりだし・ほうさん・水の三態変化・熱による体積や長さの変化などを学習してきた児童にとっては、当然のことかもしれない。

2. 調査と児童の応答および考察

「もののあたため方」の指導第2時で次の調査を行なった。この時間のねらいは、「湯を入れた缶を水にふれさせて、湯の温度と水の温度が変わることから、熱は温度の高い所から低い所へ移る」を理解させることにあった。

(1) 本時の直前における調査問題と抽出児の応答

問題 ① スイカの冷えるわけについて勉強していますが、なぜこんな勉強をするのですか。

A児・B児 (スイカの冷えるわけが) わからないから調べるのです。

C児 日光にあたって暖かくなっているスイカを水に入れると冷たくなるが、スイカの暖かさがどこへいったか調べるためです。

D児 スイカを水に入れておくとどうして冷えるかを、みんなで実験して確かめてみる。

E児 冷えかたがどういうふうになるか(変わるか)わからないから。

問題 ② 時期はずれのためスイカでは調べられませんので、スイカのかわりに何を使いますか。

(缶に入れた湯と答えたら、さらに記録者は「スイカと湯は違いますが、それでもよいと思いますか」と聞く。)

B児 缶の中に湯を入れ、水を入れたドンブリの中にそれをつつこんで温度計をさしておく。スイカは太陽で熱くなっているから缶に湯を入れても(熱さということでは)同じことだと思う。(D児もほぼ同じ応答であるが、スタンドを使うといっている。)

E児 スイカのかわりに缶からにお湯を入れてやる。スイカを冷やすのだから、はじめは熱くなければならない。スイカは温度が測りにくいから、そのかわりに缶からにお湯を入れてやる。

A児はB児の応答と同じ。C児は、湯と水の両方の温度をはかることをつけ加えている。

問題 ③ それではどのようにして調べたら冷えるわけがわかりますか。(予想とからめて)

A児 缶に湯を入れ、水のはいったドンブリに入れる。3分おきにお湯の温度を測る。

(予想) お湯はぬるくなり、まわりの水が暖かくなる。(少し変わる。)

B児 スイカは冷えて水の温度が上がる。缶の温度が下がって水の温度が上がれば(スイカが)冷えたことになる。暖かさが氷に移ったことになる。

E児 何分かおきに両方の温度を測っていけば変わりかたがわかる。

(予想) 湯の方は下がって水の方は少し上がる。前時の(3)暖かさが水に移る。じゃないかな。

C児は「両方の温度を何分かおきに調べる」と答え、D児も同様である。

C児は、問題[1]に対して「スイカの暖かさがどこへいったか調べるため」と答え、スイカが冷えるという現象から変化させた熱のゆくえを追求しようとする問題意識に高まっている。

B児は問題[3]に対しては、「湯の温度が下がり水の温度が上がれば、暖かさが氷に移ったことになる」と答え、関係的なとらえ方からひとつの仮説を導いている。これはE児においても同様である。

また、スイカのかわりに湯を使うことについては、5人の児童に共通してみられるように、実験法としては、むりでないことがわかる。

授業は、予備テストにおける3つの考え(1)暖かさが氷に負ける。(2)冷たさが氷に移る。(3)暖かさが氷に移る。の想起からはいった。つぎにA・B・D児の課題意識にみられるように、実験のねらいをはっきりつかんでいない者がいたので、「冷えるとはどういうことか」を話し合いによってさらに深めた。スイカはどうして冷えるかという課題意識から、問題解決へ迫る核心へとふれていった。これには、子どもの学習意欲と教師の助言が有効であったと考えている。

それから予想を立てさせた。その結果を示すと、(各班に所属する抽出児を末尾に記入する)

2・5班 水の温度が上がるならば熱が氷に移ったことになってスイカは冷える。(B児・E児)

3班 湯が冷えてドンブリの水の温度が少しでも上がれば熱が氷に移ったことになる。(C児)

1班 湯の温度が下がり水の方があまり上がらなければ、暖かさが氷に負けたことになる。(A児)

4班 湯の温度が下がり水の温度が上がれば 暖かさが氷に移ったことになる。(D児)

このあと、これからする実験のねらいについて確認し合った。

(2) 実験の直前における調査問題と抽出児の応答

問題[4] 湯の冷え方について、あなたの予想を言ってごらんさい。

A児 お湯は水のためにさめる。(冷たくなる) 20° ならば 10°C くらいとなる。水は、はっきりとはわからないがぬるくなる。 $1\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 上がるだろう。

B児 (湯は) 外側からだんだん冷えていく。(記録者) 熱はどこへいったと思う?
(児童) どこかが冷えなくて、その冷えないところから氷に移る。

C児 少しずつ冷える。水の温度より湯の温度は冷たくならない。

もしかすると、時間をかければ(湯と水の温度は)同じになるかもしれない。

D児 予備調査の時④(スイカの暖かい所が氷に移る)につけたので④でよいと思います。

E児 初めはたくさん下がっていった、あとになるとあまり下がらない。

問題 5 これからする実験は、何を調べるためですか。

A児 湯の温度、水の温度の変わり方を調べる。

B児 スイカの冷え方を調べるために。

C児 湯の熱はどこへいくか調べる。(1)(2)(3)のどれが正しいか調べるために。

D児 (1)(2)(3)のどれが正しいか実験で調べる。暖かみが氷にいくかみる。

E児 湯と水の温度の変わり方を調べると(熱が)どこへいったかわかる。

問題 6 湯の温度と水の温度は同じになると思いますか。

A児 量がちがうのでなりません。金物は熱の移りがはげしいのでお湯の温度が下がるが、水の温度はそう上がらない。

B児 いいえ。

C児 お湯の方が水の温度より少し高い。30分もすれば同じになるかもしれない。

D児 スイカの温度の方が水より暖かい。水の方はスイカより冷たい。

E児 湯と水の温度はちがうと思う。同じにならない。

これらの結果から、つぎのような考察ができる。

A児は、湯の暖かさが水に負けるとする1班に属しているが、実験のねらいについては、予想を検証するためとして「湯の温度、水の温度の変わり方を調べる」と答えている。両方の温度変化から、実験によって自分の考えを確かめようとしているのである。実験のねらいがいつそう深められて、意識づけられたわけである。

問題意識の強かったC児は、熱のゆくえから授業のはじめに想起させた3つの考えのうち、どれが正しいか判断しようとしている。そして「30分もすれば同じになるかもしれない」と考え、水と湯の両方の温度変化 — つまり、ふれ合う一方が熱をもらえば他の一方は熱を失う、という考えにまで高まっている。

E児は本時の直前の調査では「何分かおきに両方の温度を測っていけば、変わり方がわかる」と答え、温度変化そのものを調べようとしていたが、予想とねらいの話し合いのあとでは、「湯と水の温度の変わり方を調べると(熱が)どこへいったかわかる」として、湯と水の両方の温度変化から熱のゆくえを考えようとしている。実験のねらいがいつそうはっきりとしたわけである。

D児は、スイカの冷えるわけを課題意識としてもっていたが、学習が進むにつれて実験のめあてをさらに核心にふれさせ、暖かさ(熱)の移り方を問題として、しぼって調べようとしている。

授業はこのあと実験にはいり、その結果を話し合ったわけであるが、まず最初に実験の手順や注意事項を説明し、グループごとに記録の準備や係の分担をきめた。

ついで、1分ごとに時間を区切って湯と水の温度変化を表とグラフに記録していった。そして、湯の熱はどこへ移ったかを先に掲げた予想と対比させて話し合った。その結果

1班 お湯の熱は水に移って同じになった。(A児)

2班 湯の温度が水にまじった。

お湯の熱が水に移って、水の冷たさが湯に移った。(B児)

3班 湯の温度が下がり水の温度が上がったから、湯の熱が水に移って水の冷たさが湯に移った。
(C児)

4班 スイカの熱が移って水と同じになった。(D児)

5班 お湯の熱が水に移って同じになった。(E児)

という考えが各班からでた。

まとめると「お湯の熱が水に移って同じになった」というのと、「お湯の熱が水に移り、水の冷たさが湯に移った」ということになる。

それから、水と湯の温度変化を表わしたグラフを見て、全員で話し合いにより共同思考を重ねた。「湯の熱は、水をあたためるのに使われた」と考える児童があったが、これは、温度差のある2つの物をふれさせると熱移動により温度が同じになるが、「冷えるとき、一方には必ず暖まっているものがある」という考えを示すものであり、2つの物の温度変化という現象を関係づけて熱を認識したものと考えられる。

授業後の調査については、各班の結論とほとんど同じである。(紙面の都合で省略)

次に、抽出児の応答と考察を述べてみる。

A 児 の 応 答	考 察
問1 スイカの冷えるわけがわからないから調べるのです。	課題意識はまだおおまかで、深くとらえていない。
問3 缶に湯を入れ、水のはいったドンブリに入れる。3分おきにお湯の温度を測る。	実験方法はつかんでいるが、お湯の温度だけで、水の温度を測ろうとはしない。まだ、熱は移ることを予想するまでにいたっていない。
問4 お湯は水のためにさめる。	
問5 湯の温度、水の温度の変わり方を調べる。	ここではじめて湯と水の温度変化から、熱の移りを考えようとして、これを実験のめあてとしている。実験前の話し合いに見られた考えよりは高まっている。

C 児 の 応 答	考 察
問1 日光にあたって暖かくなっているスイカを水に入れると冷たくなるが、スイカの暖かさがどこへいったか調べるためです。	課題意識はスイカの冷えるわけであるが、この問題を解決するために、変化させるものとしての暖かさ(熱)のゆくえを追求しようとしている。
問2 あき缶に湯を入れ、あき缶より大きいものに水を入れて、あき缶の湯の温度	湯と水の両方の温度変化を調べて、その結果から熱のゆくえを考えようとしている。課題意識からさら

が下がるようすを見る。

- 問5 湯の熱はどこへいくか調べる。
(1)(2)(3)のどれが正しいかを調べるために。
- 問6 お湯の方が水の温度よりも少し高い。
30分もすれば同じになるかもしれない。

に1歩進めて、問題を解決しようとする姿が見られる。

ここでははっきりと湯の熱はどこへ移るかを調べて、3つの場合のどれが正しいかを検証しようとしている。

最後には温度が同じになるが、お湯の方が少しは温度が高いとしながらも、時間をかければ同じになると考え、熱の移動については、はっきりとした予想を立てている。

E 児 の 応 答	考 察
問1 冷え方がどういふふうになるかわからないから。	スイカの冷えるわけを課題としているが、問題解決に迫るものは見られない。
問3 何分かおきに両方の温度を測っていけば変わり方がわかる。	温度の変わり方を調べようとしているが、これを手がかりに、熱の移動を考えようとはしない。
問4 (湯の温度は)初めたくさん下がってあとになるとあまり下らない。	湯の熱が水に移ることによって下がることを予想している。すなわち、熱が水に移るかどうかという本質的な問題を考えているわけである。
問5 湯と水の温度の変わり方を調べると(熱が)どこへいったかわかる。	温度変化を調べることによって、熱のゆくえを考えようとしている。思考が深まり、実験のねらいも明らかになってきている。
問6 湯と水の温度はちがうと思う。同じにならない。	両方の温度が同じになるとはなかなか予想しない。

おわりに

子どもたちが疑問をもち、問題を意識することが学習の出発点である。課題意識をもたせるには日常経験する具体的事実や現象をとりあげたり、既習の経験を思い出させたりして、教師の生き生きした説明や、子どもの考えをゆさぶるような刺激が役に立つ。

問題解決へ迫るには、事実や現象を認知させてこれらに関係的にみたり、原因結果を考えることが重要となってくる。そして、仮説を導きだして問題の本質へと論理的思考を深めていくわけである。これには、課題意識からくる子どもの学習意欲と教師の助言・子どもの相互間に啓発する話し合いが有効である。

このような過程をへて、はじめて子どもたちが実験の必要感を意識し、ねらいのはっきりした実験観察ができると思うのである。